

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06093381
PUBLICATION DATE : 05-04-94

APPLICATION DATE : 15-11-91
APPLICATION NUMBER : 03326983

APPLICANT : NISSHIN STEEL CO LTD;

INVENTOR : BABAZONO KATSUNORI;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 38/54 C22C 38/58

TITLE : HIGH EXPANSION ALLOY FOR BIMETAL

ABSTRACT : PURPOSE: To provide a high expansion alloy for bimetal excellent in hot workability.

CONSTITUTION: This alloy has a composition consisting of, by weight, $\leq 0.5\%$ C, $\leq 4\%$ Si, $\leq 8\%$ Mn, $\leq 0.008\%$ S, $\leq 0.040\%$ P, 8-30% Ni, 0.5-14% Cr, $\approx 0.2\%$ N, $\approx 2\%$ Co, $\approx 4\%$ Al, further one or ≥ 2 kinds among 0.001-0.030% B, 0.05-2% Ti, and 0.001-1% Zr, and the balance Fe with inevitable impurities and further containing, as necessary, $\leq 4\%$ Cu and/or $\leq 4\%$ Mo. This alloy has an austenite single phase structure at room temp. and satisfies the relations in $T=0.067 \times (\%Ni) + 0.244 \times (\%Cr) \leq 3.9$ and $E=2.80 \times (\%Ni) + 2.32 \times (\%Cr) \geq 55.0$. Further, the coefficient of thermal expansion at 30-100°C is regulated to $\geq 18 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ and also the electrical resistivity at room temp. is regulated to $\geq 70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-93381

(43) 公開日 平成6年(1994)4月5日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 2 R			
	A			
38/54				
38/58				

審査請求 未請求 請求項の数2(全9頁)

(21) 出願番号	特願平3-326983	(71) 出願人	000004581 日新製鋼株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目4番1号
(22) 出願日	平成3年(1991)11月15日	(72) 発明者	加藤 浩久 山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製 鋼株式会社鉄鋼研究所ステンレス・高合金 研究部内
		(72) 発明者	川合 裕 山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製 鋼株式会社鉄鋼研究所ステンレス・高合金 研究部内
		(74) 代理人	弁理士 和田 憲治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バイメタル用高膨張合金

(57) 【要約】

【目的】 熱間加工性に優れたバイメタル用高膨張合金を提供する。

【構成】 本発明合金は、重量%で、C: 0.5%以下、Si: 4%以下、Mn: 8%以下、S: 0.008%以下、P: 0.040%以下、Ni: 8~30%、Cr: 0.5~14%、N: 0.2%以下、Co: 2%以下、A*

$$T = 0.067 \times (\%Ni) + 0.244 \times (\%Cr) \leq 3.9$$

$$E = 2.80 \times (\%Ni) + 2.32 \times (\%Cr) \geq 55.0$$

を満足し、30~100℃の熱膨張係数が 18×10^{-6} /℃以上で、室温での電気抵抗率が $70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以上

*1: 4%以下を含有し、さらに、B: 0.001~0.030%、Ti: 0.05~2%、Zr: 0.001~1%のうち1種または2種以上さらに必要に応じてCu: 4%以下、Mo: 4%以下のうち1種または2種を含有し、残部Fe及び不可避免の不純物からなる合金で、室温状態でオーステナイト単相組織を有し、かつ

であることを特徴とする熱間加工性に優れたバイメタル用高膨張合金

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量%で、

C: 0.5%以下、

Si: 4%以下、

Mn: 8%以下、

S: 0.08以下、

P: 0.040%以下、

Ni: 8~30%、

Cr: 0.5~14%、

$$T = 0.067 \times (\%Ni) + 0.244 \times (\%Cr) \leq 3.9$$

$$E = 2.80 \times (\%Ni) + 2.32 \times (\%Cr) \geq 55.0$$

を満足し、30~100℃の熱膨張係数が 18×10^{-6} /℃以上で、室温での電気抵抗率が $70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とする熱間加工性に優れたバイメタル用高膨張合金。

【請求項2】重量%で、

C: 0.5%以下、

Si: 4%以下、

Mn: 8%以下、

S: 0.08以下、

P: 0.040%以下、

Ni: 8~30%、

$$T = 0.067 \times (\%Ni) + 0.244 \times (\%Cr) \leq 3.9$$

$$E = 2.80 \times (\%Ni) + 2.32 \times (\%Cr) \geq 55.0$$

を満足し、30~100℃の熱膨張係数が 18×10^{-6} /℃以上で、室温での電気抵抗率が $70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とする熱間加工性に優れたバイメタル用高膨張合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熱間加工性に優れたバイメタル用高膨張合金に関する。

【0002】

【従来の技術】バイメタルは、Fe-Ni系のいわゆるアンバー型合金や普通鋼などの低膨張合金とステンレス鋼などの高膨張合金を機械的圧接あるいは溶接などにより接合して複合部材を構成し、そのバイメタル機能を利用して温度センサーや温度補償部品として電気製品などに大量に使用されている。このうち高膨張合金としてFe-Ni-Cr系合金はJIS C2530に規定されてお

り、汎用材料として広く利用されている。
【0003】しかし、JIS C2530においては具体的に化学組成が明記されたものはなく、一般的にはFe-Ni系合金で高膨張特性を示すFe-20~25NiにCrを添加した合金、たとえばFe-22Ni-3Cr鋼、Fe-25Ni-8.5Cr鋼などがバイメタル用高膨張合金として使用されている。なお、バイメタル用素材として要求される主特性は、30~100℃の熱膨張係数(α)と室温での電気抵抗率(ρ)であり、高膨張素材として $\alpha \geq 18 \times 10^{-6}$ /℃、 $\rho \geq 70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ を満

* N: 0.2%以下、

Co: 2%以下、

Al: 4%以下を含有し、さらに、

B: 0.001~0.030%、

Ti: 0.05~2%、

Zr: 0.001~1%のうち1種または2種以上を含有し、残部Fe及び不可避免の不純物からなる合金であって、室温状態でオーステナイト単相組織を有し、かつ

*

※ Cr: 0.5~14%、

N: 0.2%以下、

Co: 2%以下、

Al: 4%以下を含有し、さらに、

B: 0.001~0.030%、

Ti: 0.05~2%、

Zr: 0.001~1%のうち1種または2種以上及び

Cu: 4%以下、

20 Mo: 4%以下のうち1種または2種を含有し、残部Fe及び不可避免の不純物からなる合金であって、室温状態でオーステナイト単相組織を有し、かつ

※

足することが要求される。

【0004】ところが、Fe-Ni-Cr系合金は熱間加工性が悪く、熱間加工時に耳割れが発生するという問題がある。この耳割れは熱間圧延コイルの幅方向、両サイド1~20mmに発生するもので、この耳割れを放置すると後工程の冷間圧延で耳割れが大きくなるため、コイルのサイドをスリットしなければならず、製品歩留りが低下するとともに生産性も悪くなる。

【0005】

【発明が解決しようとする問題点】本発明はFe-22Ni-3Cr鋼あるいはFe-25Ni-8.5Cr鋼などの高膨張合金と同等の高熱膨張特性と高電気抵抗率を有し、かつ熱間加工性に優れたバイメタル用高膨張合金を提供するものである。

【0006】

【問題を解決するための手段】本発明者らは、前述のような問題点を解決するべく、Fe-Ni-Cr系合金の熱膨張特性、電気抵抗率ならびに熱間加工性を詳細に調べた結果、S、P含有量を規制し、かつ適量のB、TiあるいはZrを添加することにより高熱膨張特性と高電気抵抗率を維持しつつ、熱間加工性が飛躍的に向上させることができることを見出した。とくに熱間加工性については、Fe-Ni-Cr合金はオーステナイト単相であり、S、Pなどの不純物が粒界に偏析し、高温での粒界脆化をもたらすため、熱間加工性を劣化させるが、SおよびPを低減するとともにB、TiあるいはZrを添

加することにより、粒界強度を高めることができ、その結果熱間加工性が向上するものと考えられる。また、NiおよびCr含有量を制御することが室温でオーステナイト単相組織とし、高膨張特性と高電気抵抗特性の優れたバランスを得ることができることを見出し本発明に至った。

【0007】

【発明の構成】本発明は重量%で、

C: 0.5%以下、

Si: 4%以下、

Mn: 8%以下、

S: 0.08%以下、

$$T = 0.067 \times (\%Ni) + 0.244 \times (\%Cr) \leq 3.9$$

$$E = 2.80 \times (\%Ni) + 2.32 \times (\%Cr) \geq 55.0$$

を満足し、30~100℃の熱膨張係数が 18×10^{-6} /℃以上で、室温での電気抵抗率が $70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とする熱間加工性に優れたバイメタル用高膨張合金を提供する。本発明また重量%で、

C: 0.5%以下、

Si: 4%以下、

Mn: 8%以下、

S: 0.08%以下、

P: 0.040%以下、

Ni: 8~30%、

Cr: 0.5~14%、

$$T = 0.067 \times (\%Ni) + 0.244 \times (\%Cr) \leq 3.9$$

$$E = 2.80 \times (\%Ni) + 2.32 \times (\%Cr) \geq 55.0$$

を満足し、30~100℃の熱膨張係数が 18×10^{-6} /℃以上で、室温での電気抵抗率が $70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とする熱間加工性に優れたバイメタル用高膨張合金を提供する。

【0008】本発明において関数T、Eの限定はデータの重回帰分析によって得られたもので、別に理論的な意味はない。

【0009】以下本発明における合金組成の限定理由について述べる。

C: Cは強力なオーステナイト生成元素であり、室温でオーステナイト単相組織を得るために有効な元素であるが、多量に含有させると耐食性が低下するため、上限を0.5%とする。

Si: Siは電気抵抗率を増大させるために有効な元素である。しかし、多量に含有させると熱間加工性が劣化するため上限を4%とする。

【0010】Mn: Mnはオーステナイト生成元素であり、室温でオーステナイト単相組織を得るためには必要であるが8%以下で十分である。

S: Sは熱間加工性を劣化させるため、本発明における優れた熱間加工性を得るには0.08%以下に抑制する必要がある。

P: Pは熱間加工性を劣化させるため、本発明における

* P: 0.040%以下、

Ni: 8~30%、

Cr: 0.5~14%、

N: 0.2%以下、

Co: 2%以下、

Al: 4%以下を含有し、さらに、

B: 0.001~0.030%、

Ti: 0.05~2%、

Zr: 0.001~1%のうち1種または2種以上を含有し、残部Fe及び不可避免的不純物からなる合金であって、室温状態でオーステナイト単相組織を有し、かつ

10

※ N: 0.2%以下、

Co: 2%以下、

Al: 4%以下を含有し、さらに、

B: 0.001~0.030%、

Ti: 0.05~2%、

20 Zr: 0.001~1%のうち1種または2種以上及び

Cu: 4%以下、

Mo: 4%以下のうち1種または2種を含有し、残部Fe及び不可避免的不純物からなる合金であって、室温状態でオーステナイト単相組織を有し、かつ

※

優れた熱間加工性を得るには0.040%以下に抑制する必要がある。

【0011】Ni: Niはオーステナイト生成元素であり、室温でオーステナイト単相組織とし、高熱膨張係数を得るためには8%以上を必要とする。しかし、過剰の含有は逆に熱膨張係数を低下させるので上限を30%とする。

Cr: Crは室温でオーステナイト単相組織を得るためには、0.5%以上含有させる必要がある。しかし、多量の含有は異相を生じさせ熱膨張係数を低下させるため上限を14%とする。

【0012】N: NはCと同様に強力なオーステナイト生成元素であり、室温でオーステナイト単相組織を得るためには必要であるが、多量に含有させると熱間加工性を劣化させるため、上限を0.2%とする。

Co: Coはオーステナイト生成元素であり、室温でオーステナイト単相組織を得る有効な元素である。しかし、Coは熱膨張特性にさほど影響を与えず、また多量に含有すると高価となるため、上限を2%とする。

Al: Alは電気抵抗率を高めるために必要であるが、過剰の含有は熱間加工性を劣化させるため上限を4%とする。

【0013】B: Bは α と ρ にほとんど影響することな

く熱間加工性を向上しうる有効な元素である。0.001%以上含有させることで熱間加工性改善効果を得ることができるが、過剰に含有させると碳化物を形成して逆に熱間加工性が劣化するため上限を0.030%とする。

Ti: Tiは α をほとんど低下させることなく ρ を増大させ、かつ熱間加工性を向上させる有効な元素である。

0.05%以上含有させることで熱間加工性改善効果を得ることができるが、過剰に含有させると鋼帯の表面品質を劣化させるため上限を2%とする。

Zr: Zrは α をほとんど低下させることなく ρ を増大させ、かつ熱間加工性を向上させる有効な元素である。

0.001%以上含有させることで熱間加工性改善効果を得ることができるが、過剰に含有させると逆に熱間加工性を劣化させるため上限を1%とする。

なお、Niを添加するための副原料から混入する2%以下のCoは、本発明合金に要求される諸特性に影響を与えないため許容される。

[0014] Cu: CuはNiと同様、室温でオーステナイト単相組織を得るためには必要であるが、多量に含有すると熱膨張係数と電気抵抗率を低下させるので、上限を4%とする。

Mo: Moは室温で、オーステナイト単相組織を得るためには必要であるが、4%以上では熱膨張係数を低下させるので、上限を4%とする。

[0015]

【発明の具体的開示】図面を参照して本発明を具体的に説明する。すなわち、図1に各種合金のB添加およびB無添加材における1000℃での高温引張試験の断面収縮率(ϕ)を示すが、B無添加材では ϕ は80%以下であるのに対し、B添加材では ϕ は著しく向上し、熱間加工性が改善されている。また、図2、図3および図4にFe-20Ni-5Cr鋼の1000℃における ϕ および30~100℃における熱膨張係数(α)、室温における電気抵抗率(ρ)に及ぼすB、TiおよびZrの影響を示すが、これらの元素を適量添加することにより ϕ が著しく向上し、熱間加工性が改善されるとともに、Ti、Zrは ρ の増大に寄与することをがわかる。

[0016] さらに図5、図6には、 α と ρ に及ぼすNiとCrの影響を示す。図中にオーステナイト単相組織(A)とオーステナイト+マルテンサイト二相組織(A+M)のデータもあわせて示すが、(A+M)二相組織を有する合金では α は低く、また ρ もバラツキが大きい。これに対して、(A)単相組織を有する合金では α と ρ はNiとCrの含有量によって整理することができる。 α と ρ はNiとCr含有量に関する次式によって一義的に確定し、

$$T = 0.067 \times (\%Ni) + 0.244 \times (\%Cr)$$

$$E = 2.80 \times (\%Ni) + 2.32 \times (\%Cr)$$

$\alpha \geq 18 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ を満足するためには、 $T \leq 3.9$ であることを必要とし、 $\rho \geq 70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ を満足するためには $E \geq 55.0$ であることを必要とする。

[0017] 次に実施例により本発明を例示する。表1は、本発明合金、従来合金および比較合金の化学組成、30~100℃の熱膨張係数、室温での電気抵抗率、室温での組織および熱間加工後の耳割れ長さを示すものである。表1の室温での組織において、Aはオーステナイト単相をA+Mはオーステナイトとマルテンサイトの二相を表わす。A1、A2は従来合金で22Ni-3Cr鋼、25Ni-8.5Cr鋼である。B1~B27は本発明合金、C1~C17は比較合金である。これらの合金を真空誘導溶解炉で溶製し12kgの鋼塊を得た。熱間加工性の評価は鋼塊より試験片(40mm厚×90mm幅×120mm長)を切り出し、1180℃に加熱後、3.0mm厚まで熱間圧延し、その耳切れ状態により行った。

[0018] また溶製して鋼塊を鍛造→熱延→焼鈍→冷延→焼鈍の工程を経て、熱膨張測定用試料(1.5mm厚×5mm幅×50mm長)と電気抵抗測定用試料(1.5mm厚×3mm幅×200mm長)を作製した。熱膨張係数は、30~100℃の温度範囲で測定した。また、電気抵抗率は室温(約25℃)で測定した。その結果を合わせて表1に示す。

[0019]

[表1]

表 1

No.	化 学 成 分 (mass%)															T値	E 値 ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 30~100 $^{\circ}\text{C}$)	熱膨張係数 ($\mu\text{m}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$ 室温)	室温 での 超硬 度	熱処理の 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	材の 寸法 (mm)
	C	Si	Mn	P	S	RI	Cr	Fe	Al	Co	Ni	Ti	Zr	Cu	Mo						
A-1	0.11	0.21	0.36	0.005	0.005	22.1	3.1	0.01	<0.005	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	69.07	A	10	従来合金		
2	0.01	0.78	0.75	0.020	0.002	25.3	6.5	0.01	<0.005	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	90.56	A	20	本発明合金		
B-1	0.12	0.75	0.39	0.019	0.004	9.85	12.07	0.01	<0.005	0.18	0.005	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	55.58	A	0	"		
2	0.11	0.18	0.36	0.022	0.003	12.56	9.18	0.01	<0.005	0.09	0.005	0.05	<0.002	<0.01	<0.01	58.47	A	0	"		
3	0.11	0.15	0.34	0.023	0.007	14.95	5.59	0.01	<0.005	0.26	0.002	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	58.08	A	0	"		
4	0.11	0.18	0.35	0.018	0.002	14.82	11.71	0.01	<0.005	<0.01	0.008	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	58.55	A	0	"		
5	0.10	0.21	0.33	0.010	0.004	17.94	4.86	0.01	<0.21	0.16	<0.010	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	51.51	A	0	"		
6	0.12	0.23	0.46	0.001	0.007	17.42	8.98	0.03	0.18	<0.01	<0.001	0.10	<0.001	<0.01	<0.01	52.61	A	0	"		
7	0.11	0.22	0.38	0.002	0.001	19.79	3.15	0.12	<0.005	<0.01	<0.001	<0.001	0.02	<0.01	<0.01	62.72	A	0	"		
8	0.01	0.16	0.48	0.036	0.002	21.06	6.71	0.02	0.02	0.88	<0.001	<0.001	0.03	<0.01	<0.01	74.54	A	0	"		
9	0.11	0.72	0.38	0.021	0.003	22.01	3.11	<0.001	0.03	0.52	0.005	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	68.84	A	0	"		
10	0.01	0.17	0.41	0.034	0.006	22.46	8.81	0.01	0.01	0.74	<0.001	0.13	0.001	<0.01	<0.01	82.33	A	0	"		
11	0.11	1.00	0.21	0.021	0.005	24.97	1.99	0.02	<0.005	<0.01	0.005	0.03	<0.001	<0.01	<0.01	74.53	A	0	"		
12	0.12	0.23	0.41	0.019	0.004	22.2	3.0	0.01	<0.005	<0.18	0.005	<0.001	<0.001	0.06	0.08	60.12	A	0	"		
13	0.02	0.74	0.74	0.012	0.003	25.2	8.8	0.01	<0.005	<0.005	0.005	0.05	0.002	0.03	0.12	90.51	A	0	"		
14	0.01	0.02	0.51	0.023	0.007	20.5	5.5	0.01	<0.005	0.20	0.002	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	77.35	A	0	"		
15	0.01	0.74	0.73	0.018	0.002	20.3	5.7	0.01	<0.005	0.16	0.008	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	70.06	A	0	"		
16	0.01	0.60	0.08	0.019	0.004	20.4	5.8	0.01	<0.005	0.01	0.020	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	70.58	A	0	"		
17	0.02	0.41	0.09	0.001	0.007	20.8	5.2	0.03	0.031	0.01	<0.001	0.10	<0.001	<0.01	<0.01	70.30	A	0	"		
18	0.03	0.38	0.02	0.002	0.001	20.9	5.3	0.12	<0.005	0.08	<0.001	1.42	<0.001	<0.01	<0.01	70.82	A	0	"		
19	0.02	1.52	1.01	0.036	0.002	20.1	5.4	0.02	0.021	0.60	<0.001	<0.001	0.02	<0.01	<0.01	68.81	A	0	"		
20	0.04	0.68	2.03	0.021	0.003	20.7	5.0	<0.001	0.008	0.74	<0.001	<0.001	0.65	<0.01	<0.01	71.65	A	0	"		
21	0.05	0.34	0.67	0.034	0.006	20.4	5.1	0.01	<0.005	1.20	0.005	<0.001	0.31	1.87	<0.01	68.05	A	0	"		
22	0.01	0.22	4.81	0.037	0.005	20.3	5.5	0.08	0.027	0.02	0.001	0.80	<0.001	<0.01	1.97	69.50	A	0	"		

【0020】表1より明らかなように従来合金であるA1、A2は室温での組織がオーステナイト単相で、高熱膨張特性、高電気抵抗率であり、パイメタル用高膨張素材として良好な特性を有しているが、熱間加工性に劣

る。これに対して、本発明合金ではBあるいはTi、Zrを適量含有しており、熱間加工性が著しく改善されている。また、Tが3.9以下、Eが55.0以上であり、 α が $18 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以上、 ρ が $70 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以上と

従来合金と同等の高熱膨張特性、高電気抵抗特性を有している。一方、表1に示すように比較合金のうちC1～C10ではBあるいはTi, Zr含有量が本発明の範囲より外れており、熱間圧延時に大きな耳切れが発生する。また、C11～C17では組織が二相となり α あるいは β が低くなり過ぎバイメタル用高膨張素材には適さない。

【0021】

【発明の効果】以上のように本発明は従来より使用されているFe-Ni-Cr系高膨張合金たとえば22Ni-3Cr鋼、25Ni-8.5Cr鋼と同等の熱膨張特性と電気抵抗を有し、かつ熱間加工性を著しく向上させることに成功したもので、製品歩留まりと生産性の向上によりその工業的価値は極めて高い。

【0022】

【図面の簡単な説明】

図1は室温でオーステナイト単相組織となる合金のB添加鋼と無添加鋼の1000℃歪み速度1/secの場合の高引張り試験における断面収縮率を示す。図2は100

0℃での歪み速度1/secの場合の高引張り試験における断面収縮率、室温における電気抵抗率および30～1000℃の熱膨張係数に及ぼすB含有量の影響を示す。図3は1000℃での歪み速度1/secの場合の高引張り試験における断面収縮率、室温における電気抵抗率および30～1000℃の熱膨張係数に及ぼすTi含有量の影響を示す。図4は1000℃での歪み速度1/secの場合の高引張り試験における断面収縮率、室温における電気抵抗率および30～1000℃の熱膨張係数に及ぼすZr含有量の影響を示す。

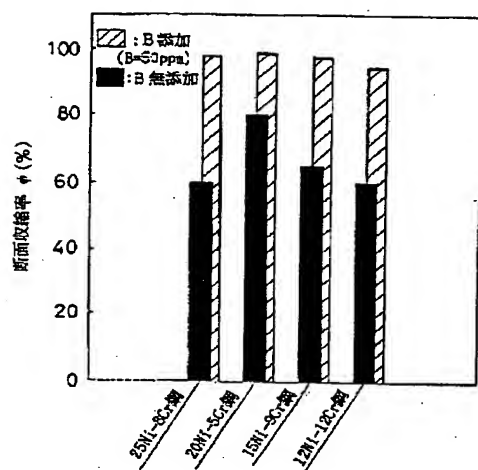
【0023】図5は室温でオーステナイト単相組織となる合金とマルテンサイト+オーステナイト二相になる合金の $0.067 \times (\%Ni) + 0.244 \times (\%Cr)$ と熱膨張係数の関係を示す。図6は室温でオーステナイト単相組織となる合金とマルテンサイト+オーステナイト二相になる合金の $2.80 \times (\%Ni) + 2.32 \times (\%Cr)$ と電気抵抗率の関係を示す。

【表2】

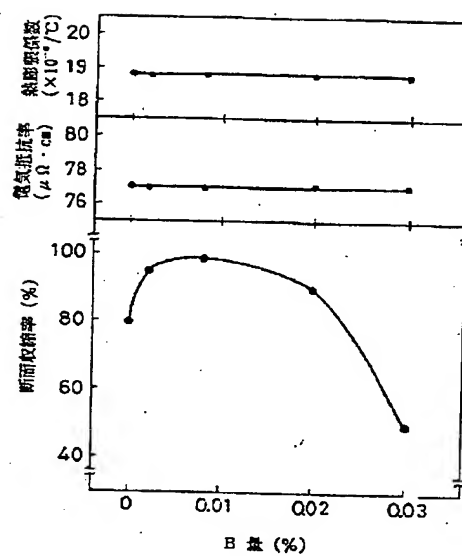
表 1 (続き)

No.	化 学 成 分 (mass%)															T 値	E 値	溶解温度 ($\times 10^{-2}$ °C 30~100°C)	電気伝導率 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 室温)	室温 での 相転移 長さ (nm)	熱伝導率 の 相転移 長さ (nm)	備 考
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	N	Al	Co	B	Ti	Zr	Cu	Mo							
9-23	0.03	0.56	0.20	0.002	0.003	17.3	7.3	0.09	0.005	0.56	0.002	0.03	0.01	0.07	0.05	2.93	55.10	74	A	0	本発明合金	
24	0.17	0.71	0.78	0.008	0.001	12.1	8.8	0.01	<0.005	0.24	0.007	0.65	0.02	0.01	0.05	3.20	56.61	77	A	0	"	
25	0.31	0.39	0.41	0.033	0.007	26.0	0.8	0.18	0.21	0.08	0.009	0.02	0.04	0.08	0.01	1.94	74.56	83	A	0	"	
26	0.01	0.38	0.38	0.021	0.002	15.3	8.1	0.01	2.03	0.12	0.006	0.01	0.74	0.57	0.03	3.00	61.63	98	A	0	"	
27	0.01	2.14	0.56	0.003	0.004	24.0	2.1	0.05	0.87	0.18	0.004	0.78	0.01	0.12	0.56	2.12	72.07	83	A	0	"	
C-1	0.01	0.18	0.68	0.021	0.003	20.3	5.7	0.01	<0.005	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	2.75	70.06	77	A	20	比較合金	
2	0.12	0.22	0.39	0.018	0.002	7.84	17.71	0.01	<0.005	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	4.85	63.04	67	A	15	"	
3	0.12	0.24	0.39	0.016	0.004	9.81	14.00	0.01	<0.005	0.12	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	4.08	60.23	68	A	15	"	
4	0.10	0.18	0.37	0.023	0.005	12.50	13.27	0.01	<0.005	0.03	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	4.08	65.79	70	A	15	"	
5	0.11	0.61	0.59	0.021	0.007	25.29	3.89	<0.01	<0.005	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	2.64	79.84	86	A	15	"	
6	0.02	0.23	0.72	0.019	0.005	20.7	5.4	0.01	<0.005	<0.01	0.032	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	2.70	70.49	77	A	18	"	
7	0.01	0.21	0.51	0.023	0.004	20.6	5.3	0.02	<0.005	0.21	<0.001	2.20	<0.001	<0.01	<0.01	2.67	69.98	84	A	15	"	
8	0.02	0.19	0.79	0.033	0.005	20.6	5.6	0.03	<0.005	0.18	<0.001	<0.001	1.68	<0.01	<0.01	2.75	70.67	82	A	17	"	
9	0.01	0.18	0.62	0.018	0.005	20.5	5.2	0.01	<0.005	0.12	0.005	<0.001	0.21	6.02	<0.01	2.64	69.46	71	A	0	"	
10	0.03	0.22	0.58	0.019	0.002	20.4	5.3	0.03	<0.005	0.21	0.004	0.18	<0.001	<0.01	4.98	2.66	69.42	82	A	0	"	
11	0.12	0.22	0.38	0.024	0.003	7.92	9.96	<0.01	<0.005	0.01	0.007	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	2.96	45.28	81	A	0	"	
12	0.12	0.24	0.37	0.017	0.001	7.63	14.01	0.01	<0.005	0.51	<0.001	0.72	<0.001	<0.01	<0.01	3.95	54.71	81	A+H	0	"	
13	0.12	0.18	0.94	0.016	0.004	12.34	7.04	<0.01	<0.005	0.28	<0.001	<0.001	0.59	<0.01	<0.01	2.54	50.84	73	A+H	0	"	
14	0.12	0.16	0.34	0.018	0.004	14.79	2.94	<0.01	<0.005	0.03	0.003	0.38	<0.001	<0.01	<0.01	1.71	48.23	73	A+H	0	"	
15	0.13	0.16	0.35	0.021	0.002	17.36	3.00	<0.01	<0.005	0.15	0.006	<0.001	0.28	<0.01	<0.01	1.90	65.57	56	A+H	0	"	
16	0.11	0.20	0.36	0.019	0.005	18.92	3.09	<0.01	<0.005	0.32	<0.001	0.48	0.12	<0.01	<0.01	2.02	60.14	64	A+H	0	"	
17	0.12	0.16	0.42	0.023	0.003	21.69	1.40	<0.01	<0.005	0.05	0.008	0.52	0.06	<0.01	<0.01	1.79	83.08	68	A+H	0	"	
																		69	A+H	0	"	

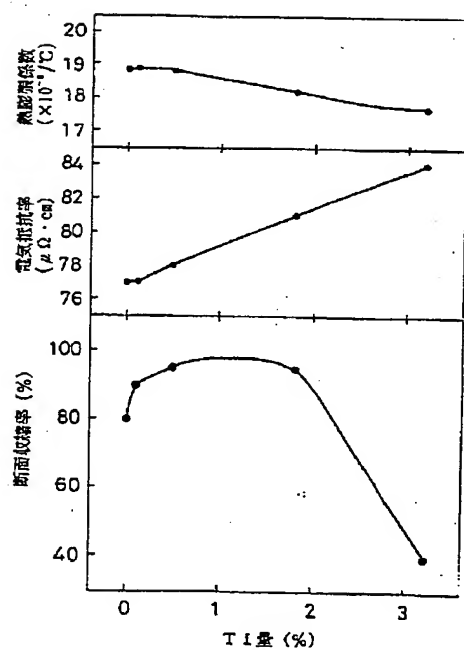
【図1】



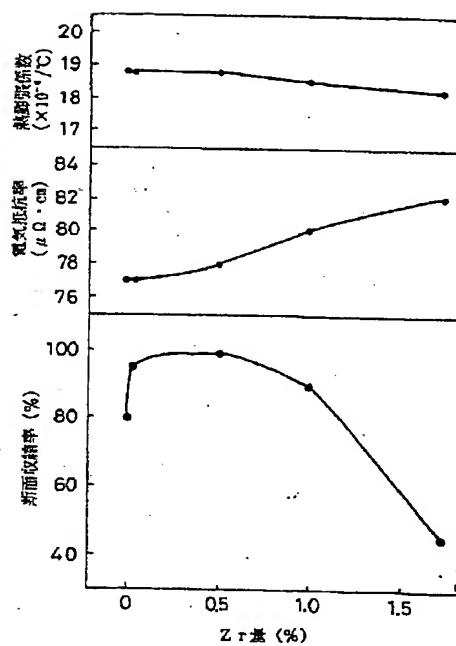
【図2】



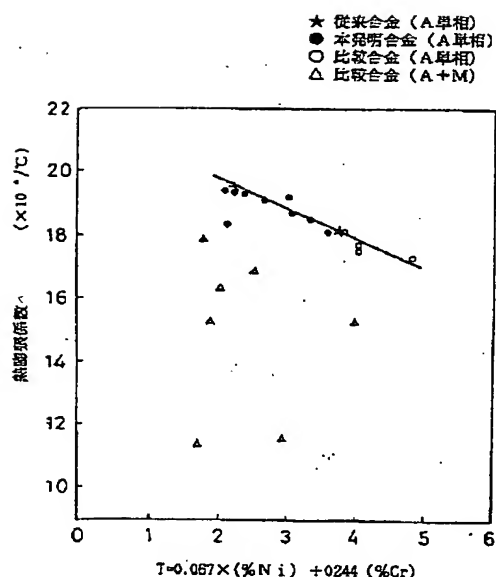
【図3】



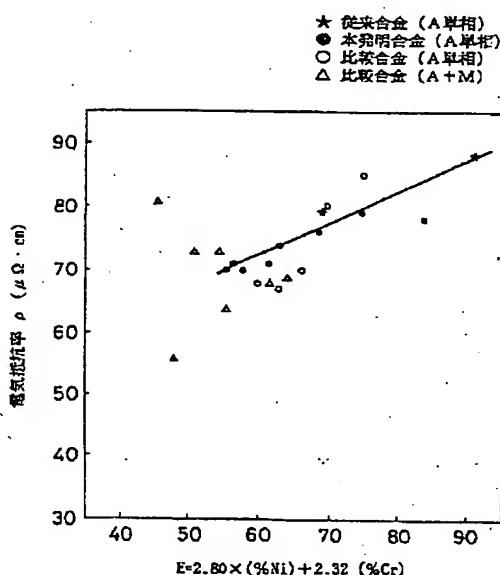
【図4】



【図5】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成5年9月13日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】 室温でオーステナイト単相組織となる合金のB添加鋼と無添加鋼の1000℃歪み速度1/secの場合の高温引張り試験における断面収縮率を示す。

【図2】 1000℃での歪み速度1/secの場合の高温引張り試験における断面収縮率、室温における電気抵抗率および30～100℃の熱膨張係数に及ぼすB含有量の影響を示す。

【図3】 1000℃での歪み速度1/secの場合の

高温引張り試験における断面収縮率、室温における電気抵抗率および30～100℃の熱膨張係数に及ぼすTi含有量の影響を示す。

【図4】 1000℃での歪み速度1/secの場合の高温引張り試験における断面収縮率、室温における電気抵抗率および30～100℃の熱膨張係数に及ぼすZr含有量の影響を示す。

【図5】 室温でオーステナイト単相組織となる合金とマルテンサイト+オーステナイト二相になる合金の $0.067 \times (\% \text{Ni}) + 0.244 \times (\% \text{Cr})$ と熱膨張係数の関係を示す。

【図6】 室温でオーステナイト単相組織となる合金とマルテンサイト+オーステナイト二相になる合金の $2.80 \times (\% \text{Ni}) + 2.32 \times (\% \text{Cr})$ と電気抵抗率の関係を示す。

フロントページの続き

(72)発明者 武本 敏彦

山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社鉄鋼研究所ステンレス・高合金
研究部内

(72)発明者 馬場 勝典

山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社鉄鋼研究所ステンレス・高合金
研究部内

